【書類名】明細書

【発明の名称】電気光学装置、電気光学装置の製造方法、および電子機器

【技術分野】

　【０００１】

　本発明は、ミラーを備えた電気光学装置、電気光学装置の製造方法、および電子機器に

関するものである。

【背景技術】

　【０００２】

　電子機器として、例えば、光源から出射された光をＤＭＤ（デジタル・ミラー・デバイ

ス）と呼ばれる電気光学装置の複数のミラー（マイクロミラー）によって変調した後、変

調光を投射光学系によって拡大投射することにより、スクリーンに画像を表示する投射型

表示装置等が知られている。かかる電子機器に用いられる電気光学装置において、ミラー

は、ミラー支持部を介してトーションヒンジ（ねじれヒンジ）に支持されているとともに

、トーションヒンジに電気的に接続されている。また、トーションヒンジは、ヒンジ支持

部を介して基板に形成された基板側バイアス電極に支持されているとともに、基板側バイ

アス電極に電気的に接続されている。従って、基板側バイアス電極からミラーにバイアス

電圧を印加する一方、アドレス電極に駆動電圧を印加すれば、ミラーとアドレス電極との

間に発生する静電力によってミラーを駆動することができる。かかる構成の電気光学装置

の製造工程では、樹脂材料からなる犠牲層を利用してトーションヒンジやミラー等が形成

される。

　【０００３】

　ここで、ミラー支持部が基板とは反対側に凹部を向けていると、ミラーの表面に大きな

窪みが形成されてしまい、ミラーの表面（反射面）での反射率が低下する。そこで、ミラ

ー支持部および犠牲層等の表面に無機材料を堆積させた後、研磨し、その後、ミラーを形

成する反射膜を形成することが提案されている（特許文献１参照）。また、ミラー支持部

を形成するにあたっては、トーションヒンジ上に残した柱状の犠牲層（樹脂層）の表面に

金属層を形成した構成が提案されている（特許文献２参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

　【０００４】

　　【特許文献１】特表２００７－５１０１７４号公報

　　【特許文献２】特開平８－２２７０４２号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

　【０００５】

　しかしながら、特許文献１に記載の構成のように、無機材料を堆積させて凹部を埋める

には、無機材料をかなり厚く堆積させる必要があるとともに、無機材料の場合には研磨速

度が遅い。このため、犠牲層等の表面から無機材料を研磨で除去するには長い処理時間を

必要とするという問題点がある。

　【０００６】

　また、特許文献２に記載の構成のように、柱状の樹脂層に金属層を積層してミラー支持

部を形成した場合、照射された光や、駆動回路を動作させた際の基板での発熱等が原因で

電気光学装置の温度が上昇したとき、犠牲層からガスが発生するおそれがある。かかるガ

スは、ミラーの表面（反射面）に付着すると、ミラーの反射率を低下させるため、好まし

くない。また、トーションヒンジ（ねじれヒンジ）とミラー支持部を形成するために２層

の金属層を形成すると共に２層の金属層の間に絶縁性の中間層を形成し、パターニングす

る工程が必要となり、電気光学装置の製造工程が複雑となる。

　【０００７】

　以上の問題点に鑑みて、本発明の課題は、ミラーを支持する支持部に犠牲層を残さずに

、表面に大きな窪みのないミラーを効率よく形成することのできる電気光学装置、電気光

学装置の製造方法、および電子機器を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

　【０００８】

　上記課題を解決するために、本発明に係る電気光学装置の一態様は、基板と、前記基板

の一方面側で前記基板に向け突出すると共に前記基板に支持された第１支持部（ヒンジ支

持部）と、前記第１支持部を介して前記基板側に支持されたねじれヒンジ（トーションヒ

ンジ）、および前記ねじれヒンジから前記基板とは反対側に突出し、前記ねじれヒンジ側

の第１端部が前記基板に向いた開放端になっている筒状の第２支持部（ミラー支持部）が

一体に形成された導電部材と、前記第２支持部の前記基板とは反対側の第２端部に接する

ミラーと、を有することを特徴とする。

　【０００９】

　また、本発明に係る電気光学装置の製造方法では、基板の一方面側に形成された感光性

樹脂層に対して露光現像処理を行った後、無機材料からなるハードマスクを形成した状態

でのエッチング処理を行って、第１開口部（ヒンジ支持部用開口部）、および前記基板と

は反対側に突出した柱状の凸部を備えた第１犠牲層を形成する第１犠牲層形成工程と、前

記第１犠牲層の前記基板とは反対側および前記第１開口部の内側に第１導電膜を形成する

第１導電膜形成工程と、前記第１導電膜をパターニングにして、前記第１開口部の内側に

形成された前記第１導電膜よりなる第１支持部（ヒンジ支持部）、前記第１支持部と一体

のねじれヒンジ（トーションヒンジ）、および前記ねじれヒンジから前記基板とは反対側

に突出し、前記ねじれヒンジと一体の筒状の第２支持部を形成する第１パターニング工程

と、前記ねじれヒンジおよび前記第２支持部の前記基板とは反対側に第２犠牲層を形成す

る第２犠牲層形成工程と、前記第２犠牲層を前記基板とは反対側から平坦化して前記第２

支持部を露出させる平坦化工程と、前記第２犠牲層の前記基板とは反対側に第２導電膜を

形成する第２導電膜形成工程と、前記第２導電膜をパターニングしてミラーを形成する第

２パターニング工程と、前記第１犠牲層および前記第２犠牲層を除去する犠牲層除去工程

と、を有していることを特徴とする。

　【００１０】

　本発明では、ねじれヒンジ（トーションヒンジ）から基板とは反対側に突出する第２支

持部（ミラー支持部）は、筒状になっているとともに、基板側の第１端部が開放端になっ

ている。このため、第２支持部を形成する際に内側に犠牲層があっても、かかる犠牲層を

除去することができる。従って、第２支持部の内部には、犠牲層を構成する樹脂が残らな

いため、照射された光や、駆動回路を動作させた際の基板の発熱等が原因で電気光学装置

の温度が上昇した場合でも、犠牲層からガスが発生することがない。それ故、犠牲層から

発生したガスによって、ミラーの表面（反射面）での反射率が低下するという事態が発生

しない。また、第２支持部において基板とは反対側で第２端部が平坦部になっている状態

のときに第２支持部とは別体のミラーを第２支持部に接続させることができる。このため

、ミラーの表面に窪みが発生しない。従って、光の利用効率を向上することができるとと

もに、ミラーでの散乱に起因するコントラストの低下を抑制することができる。また、凹

部を無機材料で埋めた場合と違って、凹部を埋めた厚い無機材料をミラーの表面から除去

する必要がないので、ミラーの表面に窪みを発生させない第２支持部を効率よく形成する

ことができる。また、ねじれヒンジから基板とは反対側に突出する第２支持部は、筒状に

なっているとともに、基板側の第１端部が開放端になり、ねじれヒンジと一体で形成され

ている。このため、第２支持部とねじれヒンジの境界部で発生する強度の低下を抑えるこ

とが可能となり、電気光学装置の信頼性が向上する。

　【００１１】

　本発明において、前記第２端部は、前記第２支持部の開口を塞ぐ平板部になっているこ

とが好ましい。かかる構成によれば、第２支持部とミラーとを確実の電気的に接続するこ

とができる。

　【００１２】

　本発明において、前記第２支持部と前記ねじれヒンジとの間が、湾曲した断面形状にな

っていることが好ましい。かかる構成によれば、ミラーから第２支持部を介してねじれヒ

ンジに加わる応力が特定個所に集中しにくいという利点がある。

　【００１３】

　本発明において、前記第２支持部の外周面が前記ミラー側に向いたテーパ面になってい

ることが好ましい。かかる構成によれば、第２支持部の強度を大きくすることができる。

　【００１４】

　本発明に係る電気光学装置の製造方法において、前記第１犠牲層形成工程では、前記感

光性樹脂層に対して前記露光現像処理を行って前記感光性樹脂層を部分的に薄くして前記

凸部を形成した後、前記感光性樹脂層に対して前記エッチング処理を行って前記第１開口

部を形成する態様を採用することができる。

　【００１５】

　この場合、前記露光現像処理では、ハーフトーンマスクを用いて露光を行うことが好ま

しい。

　【００１６】

　本発明に係る電気光学装置の製造方法において、前記第１犠牲層形成工程では、前記感

光性樹脂層に対して前記露光現像処理を行って前記第１開口部を形成した後、前記感光性

樹脂層に対して前記エッチング処理を行って前記感光性レジストを部分的に薄くして前記

凸部を形成する態様を採用してもよい。

　【００１７】

　本発明に係る電気光学装置の製造方法において、前記感光性樹脂層としてポジ型の感光

性樹脂層を形成する態様を採用することができる。また、本発明に係る電気光学装置の製

造方法において、前記感光性樹脂層としてネガ型の感光性樹脂層を形成する態様を採用し

てもよい。

　【００１８】

　本発明を適用した電気光学装置は各種電子機器に用いることができ、この場合、電子機

器には、前記ミラーに光源光を照射する光源部が設けられる。また、電子機器として投射

型表示装置や頭部装着型表示装置を構成する場合、電子機器には、さらに、前記ミラーに

よって変調された光を投射する投射光学系が設けられる。

【図面の簡単な説明】

　【００１９】

　　【図１】本発明を適用した電子機器としての投射型表示装置の光学系を示す模式図で

ある。

　　【図２】本発明を適用した電気光学装置の基本構成を模式的に示す説明図である。

　　【図３】本発明を適用した電気光学装置の要部におけるＡ－Ａ′断面を模式的に示す

説明図である。

　　【図４】本発明を適用した電気光学装置の詳細構成を示す断面図である。

　　【図５】本発明を適用した電気光学装置の製造方法を示す工程断面図である。

　　【図６】本発明を適用した電気光学装置の製造方法を示す工程断面図である。

　　【図７】本発明を適用した電気光学装置の製造方法を示す工程断面図である。

　　【図８】本発明を適用した電気光学装置の製造工程で形成された層の平面図である。

　　【図９】本発明を適用した電気光学装置の製造工程で用いる第１犠牲層の別の製造方

法を示す工程断面図である。

　　【図１０】図９に示す方法でヒンジ支持部用開口部（第１開口部）等が形成される様

子を示す平面図である。

　　【図１１】本発明を適用した電気光学装置の第２支持部（ミラー支持部）の好ましい

形態を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

　【００２０】

　図面を参照して、本発明の実施の形態を説明する。なお、以下の説明では、本発明を適

用した電子機器として投射型表示装置を説明する。また、以下の説明で参照する図におい

ては、各層や各部材を図面上で認識可能な程度の大きさとするため、各層や各部材毎に縮

尺を異ならしめてある。また、図面では、ミラー等の数を減らして示してある。

　【００２１】

　［電子機器としての投射型表示装置］

　図１は、本発明を適用した電子機器としての投射型表示装置の光学系を示す模式図であ

る。図１に示す投射型表示装置１０００は、光源部１００２と、光源部１００２から出射

された光を画像情報に応じて変調する電気光学装置１００と、電気光学装置１００で変調

された光を投射画像としてスクリーン等の被投射物１１００に投射する投射光学系１００

４と有している。光源部１００２は、光源１０２０と、カラーフィルタ１０３０とを備え

ている。光源１０２０は白色光を出射し、カラーフィルタ１０３０は、回転に伴って各色

の光を出射し、電気光学装置１００は、カラーフィルタ１０３０の回転に同期したタイミ

ングで、入射した光を変調する。なお、カラーフィルタ１０３０に代えて、光源１０２０

から出射された光を各色の光に変換する蛍光体基板を用いてもよい。また、各色の光毎に

光源部１００２および電気光学装置１００を設けてもよい。

　【００２２】

　［電気光学装置１００の基本構成］

　図２は、本発明を適用した電気光学装置１００の基本構成を模式的に示す説明図であり

、図２（ａ）、（ｂ）は各々、電気光学装置１００の要部を示す説明図、および電気光学

装置１００の要部の分解斜視図である。図３は、本発明を適用した電気光学装置１００の

要部におけるＡ－Ａ′断面を模式的に示す説明図であり、図３（ａ）、（ｂ）は各々、ミ

ラーが一方側に傾いた状態を模式的に示す説明図、およびミラーが他方側に傾いた状態を

模式的に示す説明図である。

　【００２３】

　図２および図３に示すように、電気光学装置１００は、基板１の一方面１ｓ側に複数の

ミラー５１がマトリクス状に配置されており、ミラー５１は基板１から離間している。基

板１は、例えば、シリコン基板である。ミラー５１は、例えば、１辺の長さが例えば１０

～３０μｍの平面サイズを有するマイクロミラーである。ミラー５１は、例えば、６００

×８００から１９２０×１０８０の配列をもって配置されており、１つのミラー５１が画

像の１画素に対応する。

　【００２４】

　ミラー５１の表面はアルミニウム等の反射金属膜からなる反射面になっている。電気光

学装置１００は、基板１の一方面１ｓに形成された基板側バイアス電極１１および基板側

アドレス電極１２、１３等を含む１階部分１００ａと、高架アドレス電極３２、３３およ

びトーションヒンジ（ねじれヒンジ）３５を含む２階部分１００ｂと、ミラー５１を含む

３階部分１００ｃとを備えている。１階部分１００ａでは、基板１にアドレス回路１４が

形成されている。アドレス回路１４は、各ミラー５１の動作を選択的に制御するためのメ

モリセルや、ワード線、ビット線の配線１５等を備えており、ＣＭＯＳ回路１６を備えた

ＲＡＭ（Random Access Memory）に類似した回路構成を有している。

　【００２５】

　２階部分１００ｂは、高架アドレス電極３２、３３、トーションヒンジ３５、およびミ

ラー支持部（第２支持部）３８を含んでいる。高架アドレス電極３２、３３は、電極ポス

ト３２１、３３１を介して基板側アドレス電極１２、１３に導通しているとともに、基板

側アドレス電極１２、１３によって支持されている。トーションヒンジ３５の両端からは

ヒンジアーム３６、３７が延在している。ヒンジアーム３６、３７は、ヒンジ支持部（第

１支持部）３９を介して基板側バイアス電極１１に導通しているとともに、基板側バイア

ス電極１１によって支持されている。ミラー５１は、ミラー支持部３８を介してトーショ

ンヒンジ３５に導通しているとともに、トーションヒンジ３５によって支持されている。

従って、ミラー５１は、ミラー支持部３８、トーションヒンジ３５、ヒンジアーム３６、

３７、ヒンジ支持部３９を介して基板側バイアス電極１１に導通しており、基板側バイア

ス電極１１からバイアス電圧が印加される。なお、ヒンジアーム３６、３７の先端には、

ミラー５１が傾いたときに当接して、ミラー５１と高架アドレス電極３２、３３との接触

を防止するストッパー３６１、３６２、３７１、３７２が形成されている。

　【００２６】

　基板側アドレス電極１２、１３および高架アドレス電極３２、３３は、ミラー５１との

間に静電力を発生させてミラー５１を傾くように駆動する駆動素子を構成している。具体

的には、トーションヒンジ３５は、基板側アドレス電極１２、１３および高架アドレス電

極３２、３３に駆動電圧が印加されて、図３に示すように、ミラー５１が基板側アドレス

電極１２および高架アドレス電極３２の側、あるいは基板側アドレス電極１２および高架

アドレス電極３３に引き寄せられるように傾いた際に捩じれる。そして、基板側アドレス

電極１２、１３および高架アドレス電極３２、３３に対する駆動電圧の印加が停止してミ

ラー５１に対する吸引力が消失した際、ミラー５１が基板１に平行な姿勢に戻す力を発揮

する。

　【００２７】

　電気光学装置１００において、例えば、図３（ａ）に示すように、ミラー５１が基板側

アドレス電極１２および高架アドレス電極３２の側に傾くと、光源部１００２から出射さ

れた光がミラー５１によって投射光学系１００４に向けて反射するオン状態となる。これ

に対して、図３（ｂ）に示すように、ミラー５１が基板側アドレス電極１３および高架ア

ドレス電極３３の側に傾くと、光源部１００２から出射された光がミラー５１によって光

吸収装置１００５に向けて反射するオフ状態となり、かかるオフ状態では、投射光学系１

００４に向けて光が反射されない。かかる駆動は、複数のミラー５１の各々で行われる結

果、光源部１００２から出射された光は、複数のミラー５１で画像光に変調されて投射光

学系１００４から投射され、画像を表示する。

　【００２８】

　なお、基板側アドレス電極１２、１３と対向する平板状のヨークをトーションヒンジ３

５と一体に設け、高架アドレス電極３２、３３とミラー５１との間に発生する静電力に加

えて、基板側アドレス電極１２、１３とヨークとの間に作用する静電力も利用してミラー

５１を駆動することもある。

　【００２９】

　［電気光学装置１００の詳細構成］

　図４は、本発明を適用した電気光学装置１００の詳細構成を示す断面図である。なお、

図４には、電気光学装置１００の２階部分１００ｂおよび３階部分１００ｃのみを示し、

基板側バイアス電極１１および基板側アドレス電極１２、１３等を含む１階部分１００ａ

の図示を省略してある。また、図４では、電気光学装置１００に形成される複数のミラー

５１のうち、１つのミラー５１に対するミラー支持部（第２支持部）３８およびトーショ

ンヒンジ（ねじれヒンジ）３５のみを示してある。

　【００３０】

　図４に示すように、電気光学装置１００は、基板１の一方面１ｓ側に、導電性のヒンジ

支持部（第１支持部）３９を介して基板１側に支持された導電性のトーションヒンジ３５

を有している。また、電気光学装置１００は、トーションヒンジ３５の長さ方向の中央部

分でトーションヒンジ３５から基板１側とは反対側に向けて突出した筒状のミラー支持部

３８と、ミラー支持部３８に支持されたミラー５１とを有している。

　【００３１】

　ここで、トーションヒンジ３５とミラー支持部３８とは一体に形成されている。より具

体的には、トーションヒンジ３５とミラー支持部３８とを一体に備えた導電部材３１にお

いて、基板１の一方面１ｓに沿うように延在した部分によってトーションヒンジ３５が構

成され、基板１側とは反対側に向けて突出した部分によってミラー支持部３８が構成され

ている。また、導電部材３１には、ヒンジ支持部３９も一体に形成されている。すなわち

、導電部材３１において、トーションヒンジ３５から基板１に向けて突出する部分によっ

てヒンジ支持部３９が構成され、ヒンジ支持部３９は基板１に支持されている。

　【００３２】

　ミラー支持部３８において、基板１側（トーションヒンジ３５側）の第１端部３８１は

基板１に向けて開口した開放端になっている。ミラー支持部３８において、基板１および

トーションヒンジ３５とは反対側（ミラー５１側）の第２端部３８２は、ミラー支持部３

８の開口を塞ぐ平板部３８５になっており、ミラー５１は、平板部３８５の基板１とは反

対側の面に接している。このため、ミラー５１の表面には窪みが存在しない。

　【００３３】

　［電気光学装置の製造方法］

　図２（ｂ）および図５～図８を参照して、本発明を適用した電気光学装置１００の製造

工程のうち、トーションヒンジ（ねじれヒンジ）、ミラー支持部（第２支持部）およびミ

ラーを形成する工程を中心に説明する。図５、図６および図７は、本発明を適用した電気

光学装置１００の製造方法を示す工程断面図である。図８は、本発明を適用した電気光学

装置１００の製造工程で形成された層の平面図である。なお、図５～図８では、電気光学

装置１００に形成される複数のミラー５１のうち、１つのミラー５１に対するミラー支持

部３８およびトーションヒンジ（ねじれヒンジ）３５のみを示してある。また、以下の説

明では、適宜、図２（ｂ）を参照して説明した各部位との関係も説明する。

　【００３４】

　まず、図５（ａ）に示すように、工程ＳＴ１において、シリコン基板からなるウエハー

１０に、図２（ｂ）を参照して説明したアドレス回路１４、基板側バイアス電極１１およ

び基板側アドレス電極１２、１３等を形成する。

　【００３５】

　次に、工程ＳＴ２において、ウエハー１０の一方面１０ｓにポジ型有機フォトレジスト

等からなる感光性樹脂層２１０を形成する。次に、図５（ｂ）に示す工程ＳＴ３（露光現

像処理処理）において、感光性樹脂層２１０に対して露光および現像を行い、感光性樹脂

層２１０を部分的に薄くして、基板１とは反対側に突出する柱状の凸部２１２を形成する

（図８（ａ）参照）。感光性樹脂層２１０の厚さは、例えば３μｍであり、凸部２１２の

外径は、例えば約０．６μｍである。かかる露光現像処理において、ハーフトーンマスク

を利用して感光性樹脂層２１０を露光する。このため、感光性樹脂層２１０を容易に部分

的に薄くでき、薄くした部分を適正な厚さとすることができる。

　【００３６】

　次に、エッチング処理工程では、図５（ｃ）に示す工程ＳＴ４（ハードマスク形成工程

）において、感光性樹脂層２１０の基板１とは反対側の面に酸化シリコン（ＳｉＯ２）等

の無機材料からなるハードマスク２１６を形成する。より具体的には、ＰＥＶＣＤ法等に

より酸化シリコン膜（ＳｉＯ２）等の無機膜を形成した後、無機膜の表面（ウエハー１０

とは反対側の面）にレジストマスクを形成した状態で無機膜をパターニングし、ハードマ

スク２１６を形成する。次に、図５（ｃ）に示す工程ＳＴ５において、感光性樹脂層２１

０をエッチングし、ハードマスク２１６の開口部に相当する位置にヒンジ支持部用開口部

（第１開口部）２１１ａを形成した後、ハードマスク２１６を除去する。その際、図８（

ｂ）に示すように、高架アドレス電極３２、３３の電極ポスト３２１、３３１用の電極ポ

スト用開口部２１１ｂも形成する。ヒンジ支持部用開口部２１１ａの開口径は、例えば約

０．６μｍである。

　【００３７】

　かかる工程ＳＴ２、ＳＴ３、ＳＴ４、ＳＴ５が、露光現像処理およびエッチング処理に

よって、ヒンジ支持部用開口部２１１ａ、および柱状の凸部２１２を備えた第１犠牲層２

１を形成する第１犠牲層形成工程である。

　【００３８】

　次に、図５（ｅ）に示す工程ＳＴ６（第１導電膜形成工程）において、第１犠牲層２１

の表面（ウエハー１０とは反対側の面）に第１導電膜３０を全面に形成する。この際、第

１導電膜は、ヒンジ支持部用開口部２１１ａの壁面および底面にも形成される。第１導電

膜３０は、例えば、アルミニウム層の単体膜、あるはアルミニウム層とチタン層との積層

膜であり、厚さは、例えば０．０６μｍである。

　【００３９】

　次に、工程ＳＴ７（第１パターニング工程）において、第１導電膜３０の表面（ウエハ

ー１０とは反対側の面）にレジストマスクを形成した状態で第１導電膜３０をパターニン

グし、トーションヒンジ３５を備えた導電部材３１を形成する。その際、導電部材３１で

は、ヒンジ支持部用開口部２１１ａに残った第１導電膜３０によってヒンジ支持部３９が

トーションヒンジ３５と一体に形成される。また、導電部材３１では、トーションヒンジ

３５から基板１とは反対側に突出した筒状のヒンジ支持部３８がトーションヒンジ３５と

一体に形成される。その際、図８（ｃ）に示すように、導電部材３１では、ヒンジアーム

３６、３７が形成される。また、高架アドレス電極３２、３３が同時形成され、電極ポス

ト用開口部２１１ｂの内部に電極ポスト３２１、３３１が形成される。

　【００４０】

　次に、図６（ａ）に示す工程ＳＴ８（第２犠牲層形成工程）では、トーションヒンジ３

５およびミラー支持部３８をウエハー１０とは反対側から覆うように、ポジ型有機フォト

レジスト等からなる感光性樹脂層を形成した後、硬化させ、第２犠牲層２２を形成する。

第２犠牲層２２の厚さは、例えば３μｍである。

　【００４１】

　次に、図６（ｂ）に示す工程ＳＴ９（平坦化工程）では、ＣＭＰ法等によって、第２犠

牲層２２をウエハー１０とは反対側から平坦化してミラー支持部３８の第２端部３８２を

露出させる（図８（ｄ）参照）。本形態では、ミラー支持部３８の第２端部３８２に平板

部３８５が残るように平坦化を行う。

　【００４２】

　次に、図６（ｃ）に示す工程ＳＴ１０（第２導電膜形成工程）では、第２犠牲層２２の

ウエハー１０とは反対側に第２導電膜５０を形成する。第２導電膜５０は、例えば、厚さ

が０．３μｍのアルミニウム層である。

　【００４３】

　次に、図７（ａ）に示す工程ＳＴ１１では、ＰＥＶＣＤ法等により酸化シリコン膜（Ｓ

ｉＯ２）等の無機膜７０を形成する（図８（ｅ）参照）。次に、図７（ｂ）に示す工程Ｓ

Ｔ１２では、無機膜７０の表面（ウエハー１０とは反対側の面）にレジストマスクを形成

した状態で無機膜７０をパターニングし、ミラー５１と同一の平面形状のエッチングスト

ッパー層７１を形成する（図８（ｆ）参照）。その後、レジストマスクを除去する。次に

、図７（ｄ）に示す工程ＳＴ１３では、エッチングストッパー層７１をマスクにして、第

２導電膜５０をパターニングし、ミラー５１を形成する。かかる工程ＳＴ１１、ＳＴ１２

、ＳＴ１３が第２パターニング工程である。

　【００４４】

　次に、ウエハー１０を単品サイズの複数の基板１に分割する。

　【００４５】

　次に、図７（ｄ）に示す工程ＳＴ１４（犠牲層除去工程）では、プラズマエッチング等

を行って、第１犠牲層２１および第２犠牲層２２を除去する。その際、ミラー支持部３８

は、基板１に向けて開口しているので、ミラー支持部３８の内側からも第１犠牲層２１を

除去することができる。また、本形態では、第１犠牲層２１および第２犠牲層２２を除去

する際、エッチングストッパー層７１を除去する。その結果、電気光学装置１００が得ら

れる。

　【００４６】

　［本形態の主な効果］

　以上説明したように、本形態では、トーションヒンジ（ねじれヒンジ）３５から基板１

とは反対側に突出するミラー支持部（第２支持部）３８は、筒状になっているとともに、

基板１側の第１端部３８１が開放端になっている。このため、ミラー支持部３８を形成す

る際に内側に凸部２１２（第１犠牲層２１）があっても、第１犠牲層２１を除去すること

ができる。従って、ミラー支持部３８の内部には、犠牲層を構成する樹脂が残らないため

、照射された光や、駆動回路を動作させた際の基板の発熱等が原因で電気光学装置１００

の温度が上昇した場合でも、犠牲層からガスが発生することがない。それ故、犠牲層から

発生したガスによって、ミラー５１の表面（反射面）での反射率が低下するという事態が

発生しない。さらに、トーションヒンジ３５から基板とは反対側に突出するミラー支持部

３８は、筒状になっているとともにトーションヒンジ３５と一体で形成されている。この

ため、ミラー支持部３８とトーションヒンジ３５の境界部で発生する強度が低下しない。

　【００４７】

　また、ミラー支持部３８において基板１とは反対側で第２端部３８２が平坦部になって

いる状態のときにミラー支持部３８とは別体のミラー５１をミラー支持部３８に接続させ

ることができる。このため、ミラー５１の表面に窪みが発生しない。従って、光の利用効

率を向上することができるとともに、ミラー５１での散乱に起因するコントラストの低下

を抑制することができる。

　【００４８】

　また、凹部を無機材料で埋めた場合と違って、凹部を埋めた厚い無機材料をミラー５１

の表面から除去する必要がないので、ミラー５１の表面に窪みを発生させないミラー支持

部３８を効率よく形成することができる。

　【００４９】

　［第１犠牲膜２１の別の製造方法］

　図９は、本発明を適用した電気光学装置１００の製造工程で用いる第１犠牲層の別の製

造方法を示す工程断面図である。図１０は、図９に示す方法でヒンジ支持部用開口部（第

１開口部）２１１ａ等が形成される様子を示す平面図である。

　【００５０】

　本形態では、第１犠牲層形成工程において、まず、図９（ａ）に示すように、工程ＳＴ

１０１において、シリコン基板からなるウエハー１０に、図２（ｂ）を参照して説明した

アドレス回路１４、基板側バイアス電極１１および基板側アドレス電極１２、１３等を形

成する。

　【００５１】

　次に、工程ＳＴ１０１において、ウエハー１０の一方面１０ｓにポジ型有機フォトレジ

スト等からなる感光性樹脂層２１０を形成する。次に、図９（ｂ）に示す工程ＳＴ１０３

（露光現像処理処理）において、感光性樹脂層２１０に対して露光および現像を行い、ヒ

ンジ支持部用開口部（第１開口部）および電極ポスト用開口部２１１を形成する（図１０

（ａ）参照）。

　【００５２】

　次に、エッチング処理工程では、図９（ｃ）に示す工程ＳＴ１０４（ハードマスク形成

工程）において、感光性樹脂層２１０の基板１とは反対側の面に酸化シリコン（ＳｉＯ２

）等の無機材料からなるハードマスク２１７を形成する。より具体的には、ＰＥＶＣＤ法

等により酸化シリコン膜（ＳｉＯ２）等の無機膜を形成した後、無機膜の表面（ウエハー

１０とは反対側の面）にレジストマスクを形成した状態で無機膜をパターニングし、ハー

ドマスク２１７を形成する。次に、図９（ｄ）に示す工程ＳＴ１０５において、感光性樹

脂層２１０をハーフエッチングし、感光性樹脂層２１０を部分的に薄くして、基板１とは

反対側に突出する柱状の凸部２１２を形成する（図１０（ｂ）参照）。

　【００５３】

　かかる工程ＳＴ１０２、ＳＴ１０３、ＳＴ１０４、ＳＴ１０５が、露光現像処理および

エッチング処理によって、ヒンジ支持部用開口部（第１開口部）２１１ａ、および柱状の

凸部２１２を備えた第１犠牲層２１を形成する第１犠牲層形成工程である。

　【００５４】

　その後は、図５（ｅ）、図６および図７を参照して説明した工程を行えば、電気光学装

置１０を得ることができる。

　【００５５】

　［ミラー支持部（第２支持部）３８の改良例］

　図１１は、本発明を適用した電気光学装置１００のミラー支持部（第２支持部）３８の

好ましい形態を示す説明図である。本発明を適用した電気光学装置１００を製造するにあ

たって、第１犠牲層２１を形成するにあたって、ポジ型の感光性樹脂層を用いたが、ネガ

型の感光性樹脂層を用いてもよい。かかるネガ型の感光性樹脂層を用いた場合、感光性樹

脂層内での光の散乱等の影響で、図５（ｂ）に示すように凸部２１２を形成した際、凸部

２１２の外周面２１２ｂがミラー５１側（ウエハー１０とは反対側）に向いたテーパ面に

なりやすい。その結果、ミラー支持部３８の外周面３８３がミラー５１側（ウエハー１０

とは反対側）に向いたテーパ面となる。それ故、ミラー支持部３８は、トーションヒンジ

（ねじれヒンジ）３５の側がミラー５１側より大径になるので、ミラー支持部３８の強度

を大きくすることができる。

　【００５６】

　また、ポジ型およびネガ型に関わらず、感光性樹脂層を用いた場合、凸部２１２の根元

が湾曲した形状になりやすい。特に図９（ｃ）、（ｄ）に示す工程ＳＴ１０４、ＳＴ１０

５においてエッチングを行った際、凸部２１２の根元２１２ｃが湾曲した形状になりやす

い。その結果、ミラー支持部３８とトーションヒンジ３５との間が、湾曲した断面形状に

なる。かかる構成によれば、ミラー５１からミラー支持部３８を介してトーションヒンジ

３５に加わる応力が特定箇所に集中しにくいという利点がある。

　【００５７】

　［他の実施の形態］

　上記実施の形態では、図６（ｂ）を参照して説明した平坦化工程（工程ＳＴ９）におい

て、ミラー支持部３８の第２端部３８２に平板部３８５が残るように平坦化したが、平板

部３８５が無くなるまで平坦化してもよい。この場合でも、ミラー５１を形成するための

第２導電膜５０を形成する際、ミラー支持部３８の端部は、第１犠牲層２１の凸部２１２

によって平坦部になっている。従って、ミラー５１の表面には窪みが発生しない。

【符号の説明】

　【００５８】

１・・基板、１０・・ウエハー、１１・・基板側バイアス電極、１２、１３・・基板側ア

ドレス電極、１４・・アドレス回路、２１・・第１犠牲層、２２・・第２犠牲層、３０・

・第１導電膜、３１・・導電部材、３５・・トーションヒンジ（ねじれヒンジ）、３８・

・ミラー支持部（第２支持部）、３９・・ヒンジ支持部（第１支持部）、５０・・第２導

電膜、５１・・ミラー、７１・・エッチングストッパー層、１００・・電気光学装置、２

１０・・感光性樹脂層、２１１ａ・・ヒンジ支持部用開口部（第１開口部）、２１２・・

凸部、２１６、２１７・・ハードマスク、３８１・・第１端部、３８２・・第２端部、３

８３・・外周面、３８５・・平板部、１０００・・投射型表示装置、１００２・・光源部

、１００４・・投射光学系

【書類名】特許請求の範囲

【請求項１】

　基板と、

　前記基板の一方面側で前記基板に向けて突出すると共に前記基板に支持された第１支持

部と、

　前記第１支持部を介して前記基板側に支持されたねじれヒンジ、および前記ねじれヒン

ジから前記基板とは反対側に突出し、前記ねじれヒンジ側の第１端部が前記基板に向いた

開放端になっている筒状の第２支持部が一体に形成された導電部材と、

　前記第２支持部の前記基板とは反対側の第２端部に接するミラーと、

　を有することを特徴とする電気光学装置。

【請求項２】

　請求項１に記載の電気光学装置において、

　前記第２端部は、前記第２支持部の開口を塞ぐ平板部になっていることを特徴とする電

気光学装置。

【請求項３】

　請求項１または２に記載の電気光学装置において、

　前記第２支持部と前記ねじれヒンジとの間が、湾曲した断面形状になっていることを特

徴とする電気光学装置。

【請求項４】

　請求項１乃至３の何れか一項に記載の電気光学装置において、

　前記第２支持部の外周面が前記ミラー側に向いたテーパ面になっていることを特徴とす

る電気光学装置。

【請求項５】

　基板の一方面側に形成された感光性樹脂層に対して露光現像処理を行った後、無機材料

からなるハードマスクを形成した状態でのエッチング処理を行って、第１開口部、および

前記基板とは反対側に突出した柱状の凸部を備えた第１犠牲層を形成する第１犠牲層形成

工程と、

　前記第１犠牲層の前記基板とは反対側および前記第１開口部の内側に第１導電膜を形成

する第１導電膜形成工程と、

　前記第１導電膜をパターニングにして、前記第１開口部の内側に形成された前記第１導

電膜よりなる第１支持部、前記第１支持部と一体のねじれヒンジ、および前記ねじれヒン

ジから前記基板とは反対側に突出し、前記ねじれヒンジと一体の筒状の第２支持部を形成

する第１パターニング工程と、

　前記ねじれヒンジおよび前記第２支持部の前記基板とは反対側に第２犠牲層を形成する

第２犠牲層形成工程と、

　前記第２犠牲層を前記基板とは反対側から平坦化して前記第２支持部を露出させる平坦

化工程と、

　前記第２犠牲層の前記基板とは反対側に第２導電膜を形成する第２導電膜形成工程と、

　前記第２導電膜をパターニングしてミラーを形成する第２パターニング工程と、

　前記第１犠牲層および前記第２犠牲層を除去する犠牲層除去工程と、を有することを特

徴とする電気光学装置の製造方法。

【請求項６】

　請求項５に記載の電気光学装置の製造方法において、

　前記第１犠牲層形成工程では、前記感光性樹脂層に対して前記露光現像処理を行って前

記感光性樹脂層を部分的に薄くして前記凸部を形成した後、前記感光性樹脂層に対して前

記エッチング処理を行って前記第１開口部を形成することを特徴とする電気光学装置の製

造方法。

【請求項７】

　請求項６に記載の電気光学装置の製造方法において、

　前記露光現像処理では、ハーフトーンマスクを用いて露光を行うことを特徴とする電気

光学装置の製造方法。

【請求項８】

　請求項５に記載の電気光学装置の製造方法において、

　前記第１犠牲層形成工程では、前記感光性樹脂層に対して前記露光現像処理を行って前

記第１開口部を形成した後、前記感光性樹脂層に対して前記エッチング処理を行って前記

感光性樹脂層を部分的に薄くして前記凸部を形成することを特徴とする電気光学装置の製

造方法。

【請求項９】

　請求項５乃至８の何れか一項に記載の電気光学装置の製造方法において、

　前記感光性樹脂層としてポジ型の感光性樹脂層を用いることを特徴とする電気光学装置

の製造方法。

【請求項１０】

　請求項５乃至８の何れか一項に記載の電気光学装置の製造方法において、

　前記感光性樹脂層としてネガ型の感光性樹脂層を用いることを特徴とする電気光学装置

の製造方法。

【請求項１１】

　請求項１乃至４の何れか一項に記載の電気光学装置を備えた電子機器であって、

　前記ミラーに光源光を照射する光源部を有することを特徴とする電子機器。

【書類名】要約書

【要約】

【課題】ミラーを支持する支持部に犠牲層を残さずに、表面に大きな窪みのないミラーを

効率よく形成することのできる電気光学装置、電気光学装置の製造方法、および電子機器

を提供すること。

【解決手段】電気光学装置１００は、ねじれヒンジ３５およびミラー支持部３８は導電部

材３１に一体に形成され、ミラー支持部３８において、基板１側の第１端部３８１は基板

１に向けて開口した開放端になっている。ミラー支持部３８において、ミラー５１側の第

２端部３８２は、ミラー支持部３８の開口を塞ぐ平板部３８５になっており、ミラー５１

は、平板部３８５の基板１とは反対側の面に接している。かかる電気光学装置１００の製

造に用いる第１犠牲層２１は、感光性樹脂に対する露光、現像と、ハードマスクを形成し

た状態でのエッチングによって形成される。

【選択図】図７